



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 12 641 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 42 D 1/045**

②① Aktenzeichen: 199 12 641.0  
②② Anmeldetag: 20. 3. 1999  
④③ Offenlegungstag: 21. 9. 2000

DE 199 12 641 A 1

⑦① Anmelder:

Dynamit Nobel GmbH Explosivstoff- und  
Systemtechnik, 53840 Troisdorf, DE

⑦② Erfinder:

Schäfer, Heinz, 28865 Lilienthal, DE; Zemla,  
Andreas, 53842 Troisdorf, DE; Steiner, Ulrich, 53842  
Troisdorf, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

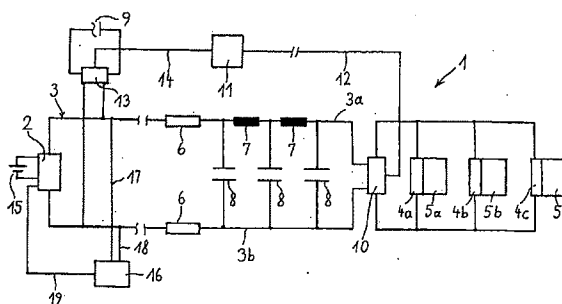
DE 38 35 627 A1  
EP 05 88 685 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren zum Auslösen von Zündern über eine Leitung großer Länge

⑤⑦ Bei der Auslösung von Zündern über Leitungen großer Länge, wie es insbesondere bei Explorationsbohrungen in Erdöl- oder Erdgasfeldern der Fall ist, treten aufgrund des kapazitiven und induktiven Verhaltens der langen Leitungen sowie der den Zündern vorgeschalteten Verbraucher Verzerrungen der Signale auf. Aus diesem Grund ist eine sichere Auslösung der Zünder nicht mehr gewährleistet.

Erfindungsgemäß wird deshalb vorgeschlagen, daß vor einer Auslösung der Zünder die vorhandenen Kapazitäten mittels einer Aufschaltung einer Gleichspannung auf die Leitung auf ein solches Niveau aufgeladen werden, daß zumindest bis zum Zeitpunkt der Auslösung des letzten Zünders keine durch Ladungsverluste bedingte Aufladung der Kapazitäten erfolgt.



DE 199 12 641 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auslösen von Zündern über eine Leitung großer Länge entsprechend dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

Bohrungen, die der Exploration und dem Aufschluß von Öl- und Gasfeldern dienen, erstrecken sich über Längen, die insbesondere horizontal bereits weit über 10 000 m hinausreichen. Das Bohrloch wird meist an mehreren, vorgegebenen Stellen perforiert, um den Zutritt beispielsweise des Öls zum Bohrloch zu ermöglichen. Andere Sprengungen lockern das Gestein in der Umgebung des Bohrlochs, um den Zufluß des Öls zum Bohrloch zu erleichtern. Zu diesen Zwecken werden an den vorgesehenen Stellen geeignete Sprengladungen positioniert, die mit Sprengzündern in einer vorgegebenen Reihenfolge gezündet werden. Dabei werden auch mehrere, hintereinanderliegende Zünder über eine gemeinsame Leitung gezündet. Ein solcher Zündkreis ist beispielsweise aus der EP 0 588 685 B1 bekannt. Die Zünder werden jeweils einzeln angesteuert und dann ausgelöst. Das Zündsignal besteht aus einer Informationskomponente zur Adressierung und Entsicherung der einzelnen Zünder und einer Energiekomponente, die die Zündung auslöst.

Bekannte elektronische Zünder benötigen eine Entsicherungssequenz, die aus Polaritätswechseln der Nennspannung besteht, die am Ausgang der Zünderauslöseeinrichtung anliegt. Neben der Anzahl der Wechsel wird die Zeit zwischen den Wechseln der Entsicherungssequenz ausgewertet. Nur bei korrekter Anzahl von Polaritätswechseln in einer definierten Zeit und einer definierten Flankensteilheit der Polaritätswechsel wird dieser Code vom elektronischen Zünder akzeptiert.

Bei großen Leitungslängen stößt die Informationsübertragung an ihre Grenzen. Der Spannungspegel kann so niedrig und die Signale der übermittelten Daten können so verzerrt sein, daß der Zünder die Signale nicht erkennt und keine Zündung ausgelöst wird. Die Verzerrung der Signale wird vorrangig durch die mangelnde Flankensteilheit zwischen den Polaritätswechseln der Nennspannung hervorgerufen. Die Ursache für diese Störungen liegt in den kapazitiven und induktiven Verhalten der langen Leitung sowie der den Zündern vorgeschalteten Verbrauchern wie beispielsweise dem Vorschubantrieb des Bohrkopfs in horizontaler Richtung, dessen Schutzrelais, den Hilfswerkzeugen und der Positioniereinrichtung. Diese Verbraucher werden über dieselbe Leitung mit Energie versorgt, über die die Zünder ausgelöst werden. Bei Abschaltung der Versorgungsspannung und Aufschaltung der Signal- und Zündspannung zur Datenübermittlung beziehungsweise Auslösung der Zünder werden die sich entladenden Kapazitäten der Verbraucher durch diese Spannung aufgeladen. Die Folge ist ein Spannungsabfall und dadurch bedingt eine Signalschwächung.

Es ist deshalb die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine störungsfreie Auslösung von Zündern, insbesondere Sprengzündern, über eine Leitung großer Länge sicherzustellen.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit Hilfe der kennzeichnenden Merkmale des ersten Anspruchs. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen beansprucht.

Erfindungsgemäß werden die Auswirkungen der kapazitiven Widerstände auf die Signale der Zünderauslöseeinrichtung dadurch vermindert, daß vor der Auslösung der Zünder auf die Leitung zu den Zündern eine Gleichspannung aufgeschaltet wird, mit der die Kapazitäten der Verbraucher auf ein solches Niveau aufgeladen werden, daß bei der nachfolgenden Generierung der Signale zur Auslösung der Zünder die Kapazitäten der Verbraucher keine Wirkung mehr zei-

gen. Die Kapazitäten der Verbraucher entladen sich nach ihrer Aufladung zwar wieder, aber die zuvor erfolgte Aufladung auf ein hohes Niveau stellt sicher, daß zumindest bis zum Zeitpunkt der Auslösung des letzten Zünders keine durch Ladungsverluste bedingte Aufladung der Kapazitäten erfolgt. Dadurch sinkt die zur Generierung der Signale erforderliche Nennspannung nicht unter ihr erforderliches Niveau.

Um die Aufladung der Kapazitäten auf ein entsprechend hohes Niveau sicherzustellen, ist es von Vorteil, wenn die aufgeschaltete Gleichspannung höher ist als die Nennspannung zur Generierung der Signale. Beträgt beispielsweise die Nennspannung 24 Volt, so kann zum Aufladen der Kapazitäten eine Spannung von 28 Volt Gleichspannung vorgesehen sein. Um eine Aufladung der Kapazitäten auf das gewünschte Niveau sicherzustellen, kann eine entsprechende Zeit vorgesehen sein, in der die erhöhte Spannung aufgeschaltet wird. Beim vorgesehenen Beispiel wäre eine Aufschaltdauer von etwa 5 Sekunden vorteilhaft.

Zu beachten ist, daß die erhöhte Spannung unterhalb einer kritischen Spannung liegt, die die Auslösung eines Zünders verursachen kann. Die Zünder sind in der Regel so ausgelegt, daß sie eine im bestimmten Umfang über die Nennspannung, die zur Generierung der Signale zur Auslösung eines Zünders vorgesehen ist, resistent sind, ohne daß sie auslösen. Entsprechend der Erfindung wird allerdings der vorgesehene Toleranzbereich nicht ausgeschöpft, um jegliches Risiko zu vermeiden, andererseits wird die Höhe der Spannung so gewählt, daß innerhalb sehr kurzer Zeit die beabsichtigte Aufladung der Kapazitäten der Verbraucher möglich wird.

Da die kapazitiven Widerstände je nach Länge der Leitung und der in das Bohrloch verbrachten und an ihr angeschlossenen zusätzlichen Verbraucher unterschiedlich ist, ist es vorteilhaft, wenn vor einer Aufladung der Kapazitäten der Verbraucher der kapazitive Widerstand ermittelt und in Abhängigkeit seiner Größe die zur Aufladung der Kapazitäten mindestens erforderliche Gleichspannung bestimmt wird. Dadurch ist sichergestellt, daß keine den kritischen Wert der Spannung zur Auslösung eines Zünders überschritten wird. Die aufzuschaltende Gleichspannung kann damit individuell auf den jeweiligen Anwendungsfall abgestimmt werden.

Die Leitung zu den Zündern mit ihren zusätzlich angeschlossenen Verbrauchern stellt aufgrund der Induktivitäten und Kapazitäten einen Schwingkreis mit einer Tiefpaßfilter-Wirkung dar. Die Tiefpaßfilter-Wirkung wird insbesondere durch die Kapazitäten beeinflusst. Durch Bestimmung des kapazitiven Widerstands läßt sich die kritische Frequenz ermitteln, ab der die Tiefpaßfilter-Wirkung eintritt. Daraufhin wird eine geeignete Signalfrequenz gewählt, um die Tiefpaßfilter-Wirkung wirksam auszuschließen. Es wird erfindungsgemäß eine so weit herabgesetzte Frequenz gewählt, daß in jeder Periode die Spannung wieder bis auf die Endspannung ansteigt. Weiterhin muß diese Spannung über eine vorgebbare Zeit bis zum nächsten Polaritätswechsel auf ihrem Nenn-Niveau anliegen, damit die charakteristische Signalprägung beibehalten wird und die Polaritätswechsel von den Signalempfängern des Zünders auch erkannt werden.

Anhand folgender Darstellung wird die Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

**Fig. 1** ein Ersatzschaltbild einer Bohrlochbestückung mit Sprengzündern und zusätzlichen Verbrauchern,

**Fig. 2** den herkömmlichen Verlauf der Signal- und Zündspannung bei der Ankunft an einem Zünder und

**Fig. 3** den Verlauf der Signal- und Zündspannung entsprechend der Erfindung.

In **Fig. 1** ist mit 1 das Ersatzschaltbild einer Bohrlochbe-

stückung mit Sprengzündern und zusätzlichen Verbrauchern dargestellt. Von der Zünderauslöseeinrichtung 2 führt eine Leitung 3 mit zwei Leitungssträngen 3a und 3b zu den Zündern 4a, 4b und 4c. Ihnen zugeordnet sind die jeweils zu zündenden Ladungen 5a, 5b und 5c. Die zusätzlichen Verbraucher sind als ohmsche Widerstände 6, induktive Widerstände 7 sowie kapazitive Widerstände 8 symbolisiert. Es sind beispielsweise der Vorschubantrieb des Bohrkopfes, dessen Schutzrelais, die Hilfswerkzeuge sowie die Positioniereinrichtung. Zur Versorgung insbesondere des Vorschubantriebs des Bohrkopfes ist eine höhere Spannung erforderlich als zur Generierung der zum Auslösen der Zünder erforderlichen Signale. Die Spannungsquelle zur Versorgung dieser zusätzlichen Verbraucher ist mit 9 bezeichnet. Mit 10 bezeichnet ist ein Schutzschalter, mit dem die Zünder 4a bis 4c während der Versorgung der übrigen Verbraucher über die Spannungsquelle 9 von den Leitungssträngen 3a und 3b getrennt werden. Mit 11 ist eine Steuereinrichtung bezeichnet, mit der, wie durch eine Leitung 12 angedeutet, der Schutzschalter 10 betätigt werden kann. Um die Spannungsquelle 9 von den Verbrauchern trennen, ist ein weiterer Schalter 13 vorgesehen, der, wie durch die Leitung 14 angedeutet, von der Steuereinrichtung 11 betätigt werden kann.

Wenn die Spannungsquelle 9 von der Leitung 3 getrennt ist, wird der Schutzschalter 10 geschlossen und die Spannungsquelle 15 auf die Leitungsstränge 3a, 3b aufgeschaltet, ohne daß zunächst Signale zur Auslösung der Zünder für 4a bis 4c generiert werden. Dann werden dem vorliegenden Ausführungsbeispiel entsprechend über eine mit 16 bezeichnete Prüfeinrichtung, die über die Leitungen 17 und 18 an die Leitungsstränge 3a bzw. 3b angeschlossen ist, der kapazitive Widerstand sowie der Spannungsabfall in der Leitung 3 ermittelt. Diese Werte werden über die Leitung 19 der Zündauslöseeinrichtung 2 übermittelt. Zur Aufladung der Kapazitäten 8 der Verbraucher wird dann über eine vorgebbare Zeit von der Spannungsquelle 15 eine höhere Spannung aufgeschaltet, als zur Generierung der Signale zur Auslösung der Zünder vorgesehen ist.

Mit der Prüfeinrichtung 16 kann auch vorgesehen werden, die kapazitiv bedingte Tiefpaßfilter-Wirkung der Leitung 3 und der angeschlossenen zusätzlichen Verbraucher aufgrund des kapazitiven Widerstandes zu ermitteln und an die Zünderauslöseeinrichtung 2 zu melden, damit von dieser eine auf den kapazitiven Widerstand der Leitung und der Verbraucher abgestimmte Frequenz der Potentialwechsel der Spannung zur Generierung der Signale zur Auslösung der Zünder eingestellt wird.

In Fig. 2 ist der herkömmliche Verlauf eines Signals bei der Ankunft an einem Zünder in einem Spannungs-Zeitdiagramm ( $U, t$ ) dargestellt. Zur Generierung der Zündsignale wird von der Zünderauslöseeinrichtung 2 auf die Leitung 3 eine Gleichspannung der Spannungsquelle 15 in der Höhe  $U_{n+}$  aufgeschaltet. Es ist die zur Generierung der Signale erforderliche Nennspannung. Zum Zeitpunkt  $t_0$  beginnt die Signalfolge, gekennzeichnet durch einen Polaritätswechsel der Nennspannung zwischen den Polaritäten  $U_{n+}$  und  $U_{n-}$  mit der Frequenz  $f$ . Die Dauer einer halben Periode ist mit  $t_1$  bezeichnet.

Im Idealfall müßte eine Rechteckschwingung der Nennspannung zwischen den beiden Polaritäten  $U_{n+}$  und  $U_{n-}$  eintreten. Insbesondere aufgrund der kapazitiven und induktiven Widerstände erfolgt aber eine Verzerrung des Signalverlaufs. Innerhalb der Polaritätswechsel fallen und steigen die Flanken der Signalspannung stark verzögert und erreichen die jeweilige Nennspannung nicht mehr. Durch den Abfall auf eine niedrigere Spannung  $U_0$  beziehungsweise  $U_u$  sowie die Verzerrung der Signalfanken ist die Elektronik des Zün-

ders nicht mehr in der Lage, das Signal zu erkennen.

Entsprechend der Erfindung erfolgt vor der Generierung der Signale eine Aufladung der Kapazitäten der Verbraucher. Dadurch muß die Signalspannung nicht mehr zusätzlich die Kapazitäten aufladen. Wie aus der Fig. 3 ersichtlich, wird bei jedem Polaritätswechsel die jeweilige Nennspannung  $U_{n+}$  beziehungsweise  $U_{n-}$  erreicht.

Weiterhin ist die Frequenz  $f_z$  im Hinblick auf die Tiefpaßfilter-Wirkung gegenüber der ursprünglichen Frequenz  $f$  nach Fig. 2 erniedrigt. Das Intervall  $t_1$  nach Fig. 2 wird um eine Zeit  $t_2$  verlängert. Innerhalb dieser Zeit steigt die Spannung jeweils auf die Nennspannung an und wird über eine vorgebbare Zeit  $t_3$  in dieser Höhe gehalten, bevor der nächste Polaritätswechsel einsetzt.

Dadurch, daß bei jedem Polaritätswechsel die Nennspannung auch tatsächlich in ihrer vollen Höhe erreicht wird und über eine bestimmte, vorgebbare Zeit  $t_3$  in dieser Höhe gehalten wird, ist es der Elektronik des Zünders möglich, die Signale einwandfrei zu empfangen und zu identifizieren. Die Erfindung ermöglicht somit eine sichere und störungsfreie Signalübermittlung zwischen der Zünderauslöseeinrichtung und den Zündern und stellt damit sicher, daß auch jeder Zünder zu der vorgesehenen Zeit ausgelöst wird.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Auslösen von Zündern, insbesondere Sprengzündern, wobei die Zünder über eine Leitung großer Länge mit der Zünderauslöseeinrichtung in Verbindung stehen und über die Leitung zusätzlich Verbraucher mit elektrischer Energie versorgt werden und aufgrund der zusätzlichen Verbraucher und der Leitungslänge bei der Übermittlung mittels Potentialwechsels generierter Signale ein hoher kapazitiver Widerstand auftritt, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor einer Auslösung der Zünder die vorhandenen Kapazitäten mittels einer Aufschaltung einer Gleichspannung auf die Leitung auf ein solches Niveau aufgeladen werden, daß zumindest bis zum Zeitpunkt der Auslösung des letzten Zünders keine durch Ladungsverluste bedingte Aufladung der Kapazitäten erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Aufladen der Kapazitäten eine höhere Spannung über eine vorgebbare Zeit aufgeschaltet wird als zur Generierung der Signale vorgesehen ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erhöhte Spannung unterhalb einer kritischen Spannung zur Auslösung eines Zünders liegt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der kapazitive Widerstand ermittelt und in Abhängigkeit seiner Größe die zur Aufladung der Kapazitäten mindestens erforderliche Gleichspannung bestimmt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die kapazitiv bedingte Tiefpaßfilter-Wirkung der Leitung und der angeschlossenen zusätzlichen Verbraucher auf die von der Zünderauslöseeinrichtung generierten Signale durch eine auf den kapazitiven Widerstand abgestimmte Frequenz der Potentialwechsel ausgeglichen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz der Potentialwechsel so gewählt wird, daß die Höhe der erforderlichen Signalspannung erreicht und über eine vorgebbare Zeit innerhalb einer Periode gehalten wird.

- Leerseite -

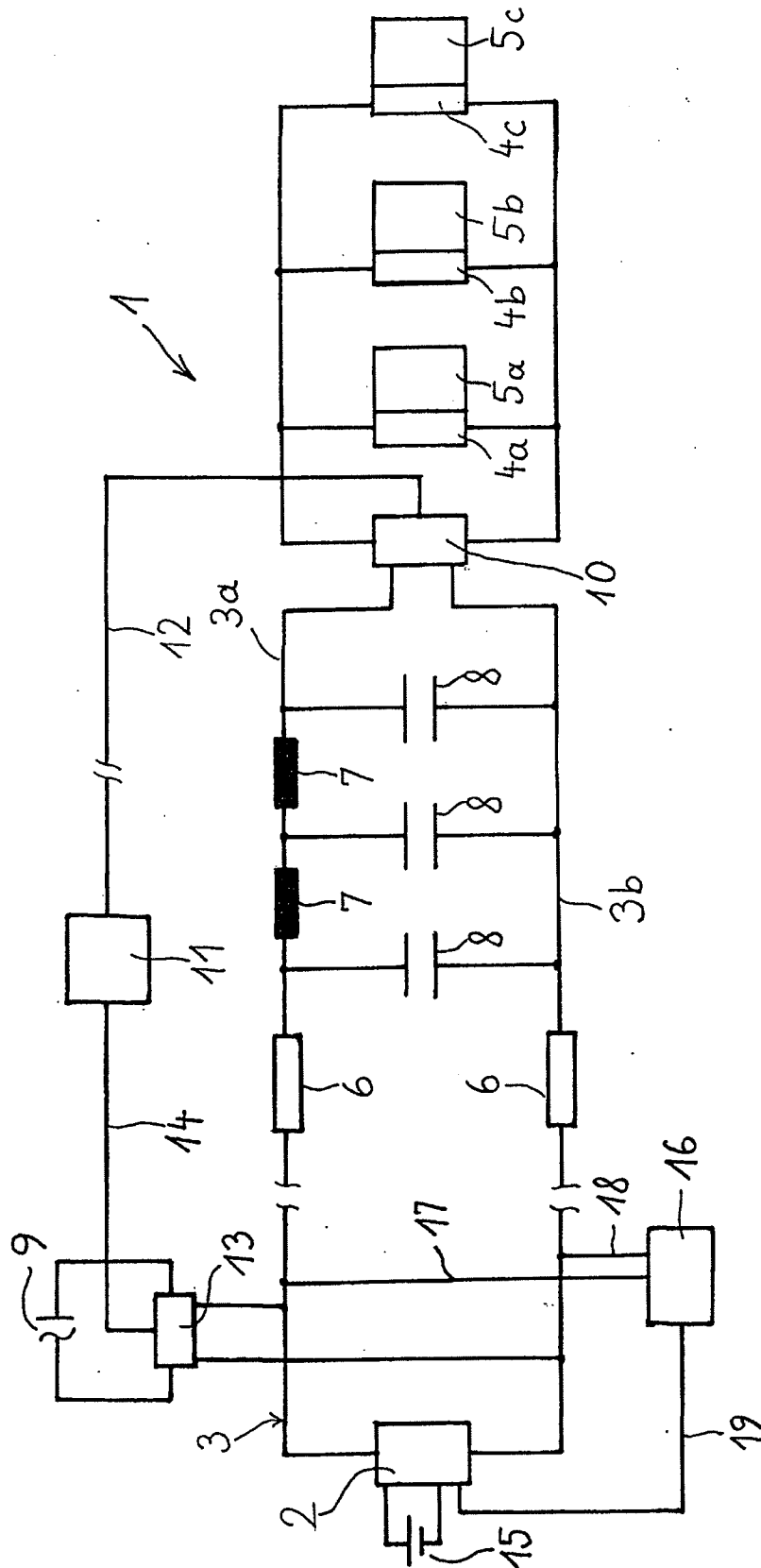


Fig. 1

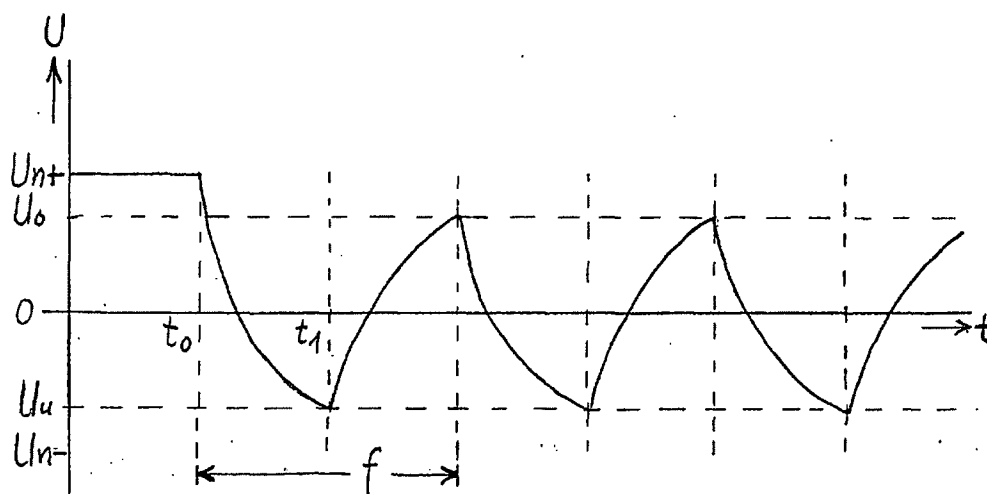


Fig. 2

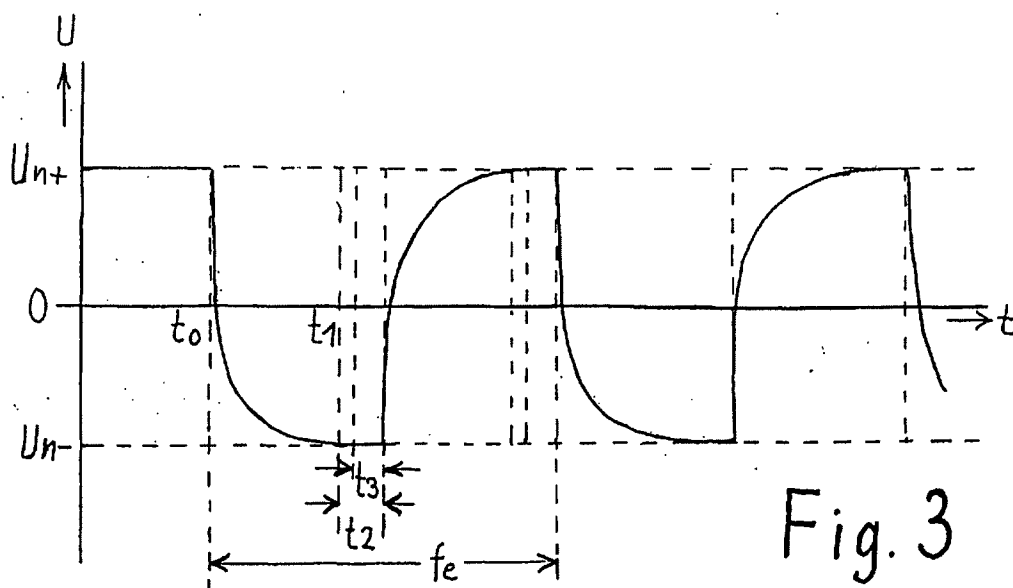


Fig. 3